

ОСОБЛИВОСТІ НЕРІВНОМІРНОГО РОЗПОДІЛУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ТРУБНОМУ ПУЧКУ

При експлуатації теплообмінників часто виникають труднощі, обумовлені нерівномірним розподіленням потоку. В сучасних електрокалориферних установках висока вартість, установлені габаритні розміри примушують застосовувати неідеальну схему підводу повітряного потоку до нагрівального блоку теплообмінника. Наша увага зосереджена на дослідженні нерівномірного розподілення повітряного потоку на вході в нагрівальний блок, яка виникає внаслідок встановлення осьового вентилятора на нагнітання, та вирівнювання повітряного потоку по мірі ослаблення нерівномірності по перерізу та глибині каналу пучка труб.

З метою вивчення цього явища були проведені експериментальні дослідження трубного пучка електронагрівачів у потоці повітря від осьового вентилятора.

Принципова схема експериментальної установки приведена на рис.1.

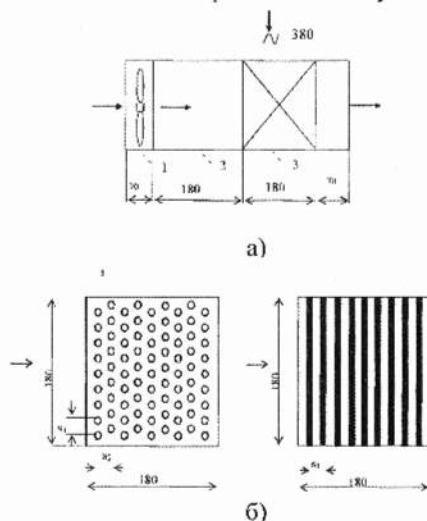


Рис.1 Схема експериментальної установки:

а – загальний вигляд експериментальної установки, б – схема розташування нагрівачів у блоці; 1 – осьовий вентилятор, 2 – повітропровід, 3 – нагрівальний пучок труб.

Експериментальна установка складається з осьового вентилятора номінальною продуктивністю 350 м³/год, металевого повітропроводу з поперечним перерізом 180×180мм, та нагрівального блоку, на який вентилятором подається повітря з температурою 20°C. Нагрівальний блок представляє собою набір керамічних трубок діаметром 7 мм, розташованих у шаховому порядку. Густота розташування трубок визначається відносними поперечними ($s_1/d=2,85$) та поздовжніми ($s_2/d=2,85$) відстанями. Всього у блоці 9 рядів трубок по 9 трубок у кожному ряді.

Особливістю досліджень полягало в тому, що при одних і тих умовах визначався розподіл швидкості в міжтрубному просторі при усталеному турбулізованому русі повітря (ω_p) та при нерівномірному турбулізованому русі повітря ($\omega_{\text{нер}}$). Отримані швидкості при нерівномірному розподілі потоку повітря були віднесені до відповідних швидкостей при рівномірному розподілі потоку повітря. Ступінь відхилення цього відношення від одиниці відразу показував, як впливає початкова нерівномірність (викликана осьовим вентилятором) на розподіл повітряного потоку по перерізу та глибині каналу пучка труб.

Вищевказані відношення приведені на рис 2.

0,4	0,9	1	1	1,1	1,1	1	1	0,9	0,4
0,9	1,2	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,3	1,2	0,9
1	1,3	1,2	0,6	0,4	0,4	0,6	1,2	1,3	1
1	1,2	1	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1,2	1
1	1,2	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	1,2	1
1	1,2	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	1,2	1
1	1,3	1,1	0,5	0,4	0,4	0,5	1,1	1,3	1
1	1,1	1,3	1,4	1,3	1,1	1,4	1,3	1,1	1
0,4	0,9	0,9	1	1	1,1	1	0,9	0,9	0,4

а)

0,9	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9
1	1,2	1,1	1	1,1	1	1	1,1	1,2	1
1	1,1	1,1	0,9	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1
1,1	1,2	1	0,7	0,6	0,6	0,7	1	1,2	1
1,1	1,2	0,8	0,6	0,3	0,3	0,6	0,8	1,2	1
1,1	1,3	1	0,7	0,6	0,6	0,7	1	1,3	1
1	1,1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	1,1	1
1	1,1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1,1	1
0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9

б)

0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9
1	1	1,1	1	1	1	1,1	1	1	1
1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,1
1,1	1,1	1	0,9	0,8	0,8	0,9	1	1,1	1,1
1	1	1	0,8	0,6	0,6	0,8	1	1	1
1	1	1	0,9	0,8	0,8	0,9	1	1	1
1,1	1,1	1	1	1	1	1	1	1,1	1,1
1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	1
0,9	1	1	1	1,1	1	1	1	1	0,9

в)

1	1	1	1,1	1,1	1,1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1,1
1,1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1,1
1,1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1,1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1,1	1,1	1	1	1	1

г)

Рис.2 Розподіл швидкостей у поперечному перерізі пучка труб:
а) перший ряд, б) третій ряд, в) четвертий ряд, г) дев'ятий ряд.

При оцінці результатів представлених на рис. 2 слід пам'ятати, що відношення чисел $\omega_{\text{нер}}$ до $\omega_{\text{р}}$, які перевищують одиницю свідчить про збільшення швидкості в даній зоні і навпаки, значення відношення $\omega_{\text{нер}}$ до $\omega_{\text{р}}$ нижче одиниці, говорить про те, що із-за нерівномірного розподілу потоку повітря відбулося зниження швидкості.

Крім того, при аналізі представлених результатів на рис.2, можна побачити як розповсюджується нерівномірний повітряний потік по каналу, а також вирівнювання повітряного потоку по мірі ослаблення нерівномірності. Результат відношення значень $\omega_{\text{нер}}/\omega_{\text{р}}$, який наближається до одиниці, свідчить про ослаблення нерівномірності по глибині каналу.

По результатам експерименту видно, що нерівномірний розподіл повітряного потоку, що спричиняє вентилятор встановлений на нагнітанні фактично вирівнюється з четвертого ряду. Також слід відмітити, що зона з відношенням $\omega_{\text{нер}}/\omega_{\text{р}} < 0,5$ для першого ряду займала 30% та зона $0,5 < \omega_{\text{нер}}/\omega_{\text{р}} < 1$ - 10% площі всього поперечного перерізу каналу, фактично 40% поверхні першого ряду знаходилися в несприятливих умовах.

Дані експерименти підтверджують той факт, що перші ряди пучків труб, особливо перший, знаходяться в дуже несприятливих умовах і виникає питання в доцільності використання перших рядів в якості нагрівальних елементів. Можливо доцільно розглядати перші ряди пучків труб як своєрідні стабілізатори (вирівнювачі) нерівномірного потоку повітря.

Наступний етап в дослідженнях полягав у визначенні впливу нерівномірності повітряного потоку на тепловіддачу трубних пучків. Результати досліджень будуть представлені в наступних наукових друкованих виданнях.

Список літератури:

1. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1973. – 392с.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416с.
3. Сперроу. Влияние вызванного загромождением неравномерного распределения потока на теплообмен и падение давления в трубном пучке. – Труды Американского общества инженеров механиков. Теплопередача, 1982, т. 104, № 4.
4. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. – М.: Наука, 1982. – 472с.

Надійшла до редакції 16.10.2012р.